

# **Análisis de la implantación de una red exprés de autobuses con carril Bus-VAO. Caso de la entrada a Barcelona desde el Baix Llobregat.**

**Sara Ahetze Puignau Arrigain**

Universitat Politècnica de Catalunya, España

**José Magín Campos Cacheda**

Departamento Infraestructura del Transporte y del Territorio (Universitat Politècnica de Catalunya), España

**Nieves Lantada Zarzosa**

Departamento Ingeniería del Terreno, Cartográfica y Geofísica (Universitat Politècnica de Catalunya), España

## **RESUMEN**

Los autobuses exprés están siendo una solución acertada en distintas ciudades europeas para cubrir la movilidad ocupacional interurbana. En el caso de Cataluña, han sido en la actualidad tema de controversia la necesidad y el funcionamiento de este tipo de redes y los carriles de priorización que las conforman para que realmente descongestionen las vías perjudicadas y nuevos usuarios opten por cambiar a este modo de transporte.

Es por ello que, tomando la perspectiva del usuario y su principal motivo de elección de modo, el tiempo de viaje, se ha querido contribuir a caracterizar, con este estudio concreto sobre el corredor del *Baix Llobregat* a Barcelona, en qué medida mejoran los tiempos de recorrido los autobuses exprés y sus alimentadores, los distintos tipos de carriles y la priorización de los distintos modos, parámetro definitorio considerado relevante y subestimado en este tipo de actuaciones.

Con la actuación óptima inferida, los tiempos de viaje en autobús quedan reducidos más de 5 minutos para todos los municipios de estudio, con incluso disminuciones de media hora para algunos de ellos. Las diferencias de tiempo de recorrido entre coche y autobús se atenúan y el coche percibe cambios muy leves de tiempos de recorrido. El vehículo de alta ocupación (VAO) tendría mejoras despreciables de 5 minutos en tiempos de viaje en los mejores casos al beneficiarse del carril Bus-VAO.

Así, se ha ideado una metodología para poder extraer conclusiones previas del sentido de una posible actuación en cada contexto.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La congestión de tráfico en los accesos de las grandes ciudades y la dependencia excesiva

del vehículo privado en áreas metropolitanas son problemas cotidianos conocidos por todos hoy en día. La accesibilidad a las infraestructuras ha generado una mayor movilidad ocupacional en dichas circunscripciones, y como consecuencia, las vías principales de acceso a ciudades como Barcelona forman cada día, en hora punta de la mañana, un entramado de coches que cada vez se aproxima más al colapso.

La construcción de más carreteras y, en el caso de querer impulsar el transporte sostenible, la promoción de infraestructuras ferroviarias han sido la solución en épocas de prosperidad para unir entornos urbanos con las ciudades principales. Considerando el ente unitario complejo que forma una zona de estudio, es difícil caracterizar la movilidad, y sobre todo, la congestión en las vías que lo conforman.

En la actualidad, aunque menos frecuentemente, se está reservando un carril en autopistas y vías principales para los vehículos “más sostenibles”, normalmente autobuses, eliminando el autobús como elemento perturbador de la eficiencia de las vías, y ofreciendo transporte público colectivo adecuado para la movilidad interurbana (ITDP, 2012).

Los autobuses exprés o los BRT (*Bus Rapid Transit*), por lo tanto, están siendo una solución acertada en distintas ciudades europeas para cubrir la movilidad ocupacional que es posible prevenir en cierta magnitud. Este sistema conlleva la confianza de los usuarios, al basarse principalmente, entre otros aspectos de comodidad, en mejorar el tiempo de recorrido y su fiabilidad en horarios, motivo de elección de modo de transporte de un 40% de la población según un estudio de la *Fundación Reial Automobil Club de Catalunya* (Fundación RACC, 2007).

Para ello, la segregación del autobús es una medida indispensable para aumentar la velocidad comercial del autobús, con carriles de diseños adaptados al contexto y priorización completa en la red, como es el caso de Nantes por ejemplo, en el que el carril está separado de un modo sencillo y con priorización semafórica en los cruces (CRTM, 2011).

Un sistema de autobús adecuado no sólo debe reducir la brecha de la calidad y capacidad entre una operación de autobús corriente y un sistema de metro o ferrocarril, sino que también debe crear una imagen distinta de fiabilidad entre los viajeros y proporcionar una movilidad rápida, que tan relevante es en la sociedad de hoy en día, sin caer en los altos costes de capital de infraestructuras ferroviarias.

Así, las ventajas de un sistema BRT pueden ser enormes, como se está demostrando por todo el mundo. Según se comentó en un curso realizado por el *Centre d'Innovació del Transport* (CENIT, 2012), en el caso concreto de Europa, ya son 43 las ciudades que disponen de este tipo de corredores, con 700 km de redes de autobús exprés y más de un millón y medio de pasajeros al día. Los beneficios son notorios en casos como el de

Estambul, con la obtención de una elevada velocidad comercial (de 42 km/h); el de Bogotá, con una gran capacidad de la red (con 48.000 pax/hora/dirección); y el de Guangzhou, China, con una productividad de 35.800 pax/día/km, ejemplos de éxito de este tipo de soluciones de transporte en el mundo (*Global BRT Data, 2013*).

La red de Dublín en concreto es interesante también en este caso, ya que el territorio presenta una forma muy similar a la Región Metropolitana de Barcelona y porque su éxito, con 4.000 pasajeros en hora punta, se ha basado en la planificación de servicios con rutas radiales y periféricas transversales, muy bien adecuados al contexto y a la movilidad (*Murray, 2012*).

Este ejemplo lleva entonces a la siguiente pregunta, ¿en qué medida se le suele dar importancia a la integración de estos sistemas de transporte público con otros modos de transporte, y sobre todo con el entorno urbanizado, para garantizar su éxito? ¿Hasta qué punto se busca la eficiencia y la lógica sin que la financiación y las influencias externas lastren o moldeen demasiado el resultado?

Dentro de los estudios de congestión de tráfico y de movilidad se han definido indicadores, características, efectos y valores con el fin de generalizar normas que den solución a casos concretos, e incluso se han dirigido planteamientos políticos o ideológicos. En cambio, este tipo de actuaciones de transporte por carretera exige sentido común, y sobre todo, un sentido propio para cada contexto.

Esta afirmación se apoya concretamente en el caso de Cataluña, donde la necesidad y el funcionamiento de este tipo de redes y de los carriles de priorización que las conforman han sido en la actualidad tema de controversia. Se ha cuestionado la manera en la que habría que enfocar las redes de transporte en áreas metropolitanas, qué modo habría que priorizar con carril segregado y de qué manera hacer esa priorización para que realmente descongestione las vías perjudicadas y nuevos usuarios opten por otros modos de transporte.

Es por ello que, con el claro objetivo de atraer usuarios del vehículo privado al autobús en la movilidad ocupacional en un área metropolitana, se ha centrado el análisis en la comparación de tiempos de recorrido para distintos modos. Desde la perspectiva del usuario, se ha querido contribuir a caracterizar en qué medida mejoran los tiempos de recorrido los autobuses exprés y sus alimentadores, los distintos tipos de carriles y la priorización del modo en cada caso, centrándonos sobre todo en la relevancia del carril segregado para estos aspectos.

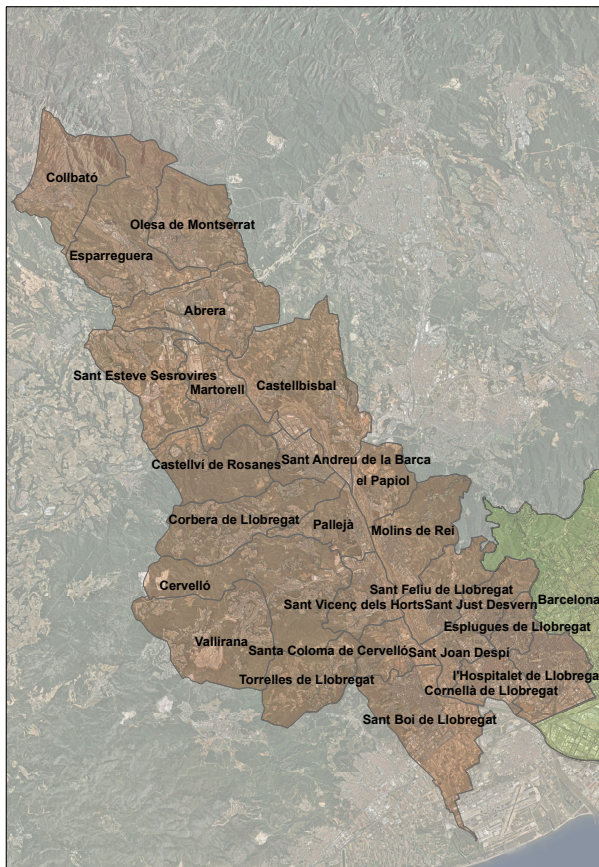
Por lo tanto, gracias a la segregación de modos, los tiempos de viaje han sido el parámetro definitorio considerado relevante y subestimado en este tipo de actuaciones para una verdadera atracción de viajeros al autobús.

## 2. SITUACIÓN ACTUAL EN LA ZONA DE ESTUDIO

Como se ha publicado recientemente en un estudio realizado por *Tom-Tom*, Barcelona es la ciudad más congestionada de España (*Tom Tom, 2013*). Concretamente, en las entradas a Barcelona, la movilidad ocupacional está llevando a su límite el flujo de vehículos, formando cada día una congestión de tráfico que en hora punta hace que se aumenten los tiempos de viaje un 46%. Por este motivo se ha querido centrar el estudio en una de estas entradas.

Tras un análisis de una zona de estudio, en este caso el corredor del *Baix Llobregat* de la Región Metropolitana de Barcelona, y del diagnóstico de su movilidad actual desde cada municipio de estudio a la ciudad de Barcelona, se ha simulado la segregación de un carril existente en el lugar óptimo de la red y la aportación que conllevaría.

Esta zona de estudio, formada por 25 municipios seleccionados que se pueden observar en la *figura 1*, conforma el corredor de movilidad hacia Barcelona (el de *Martorell*). Las dinámicas de población y movilidad en dicho corredor, concluidas de *Generalitat de Catalunya (2010a)* y de un plan de la *Autoritat del Transport Metropolità (ATM, 2009)* han definido el sentido de las actuaciones a estudiar.



**Fig. 1 – Zona de estudio con los 25 municipios del corredor por *Martorell* a Barcelona**

Por un lado, la población, además de un crecimiento cada vez mayor, está redistribuyéndose por la región, siendo las tasas de crecimiento más altas en la 2ª y 3ª corona metropolitana y con una pérdida relativa en el Barcelonés y el continuo urbano del *Baix Llobregat* de la 1ª corona. Este fenómeno ha creado un flujo de movilidad con primeros síntomas de agotamiento de los municipios y de los viarios de la 2ª corona.

Una de las consecuencias de esta redistribución de la población comentada es que el aumento de la movilidad interurbana sobre la total está aumentando, siendo ahora de un 30%. Esta disminuyendo, por lo tanto, el porcentaje de autocontención laboral de estos municipios, y los recorridos laborales están siendo más largos y con un mayor número de destinos gracias a la accesibilidad de las infraestructuras. Como consecuencia de estos flujos ocupacionales, la relación Población Ocupada Residente - Lugares de Trabajo Localizados es bajo en la mitad de la zona de estudio, y alto en la zona metropolitana.

Por la suma de todas estas coyunturas, se están generando flujos de movilidad con características difíciles de cubrir en cuanto a la finalidad de dar un buen servicio de transporte colectivo se refiere, aumentando, en consecuencia, el uso del vehículo privado.

Aunque del 2003 al 2007, por ejemplo, se registraran 8 millones más de viajeros en autobús, proporcionalmente al aumento del tránsito viario, ha quedado demostrado que no fue suficiente para paliar la congestión de las vías (*Generalitat de Catalunya, 2010b*). En el 2013, esta demanda de autobús en la zona de estudio está cubierta según ATM por 29 líneas, con 4 operadoras, que transportan 4,5 millones de viajeros, sobre todo entre Igualada y Barcelona y Corbera y Barcelona. Los puntos de máxima ocupación media horaria son las líneas Igualada-Barcelona, *Martorell*-Barcelona y *Avinyonet*-Barcelona (*ATM, 2011*).

Con esta diagnosis del transporte por carretera, y de las vías de la zona de análisis (*ATM, 2001*), se ha estudiado la posibilidad de implantar una posible red exprés de autobuses (*Puignau, 2013*).

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 Herramienta**

Una vez realizado el estudio de la zona, los puntos críticos de la red a analizar se han localizado a través de la comparación de rutas con un hipotético flujo libre y con congestión realizadas con una herramienta de Sistemas de Información Geográfica (SIG) de gestión de redes, el *Network Analyst* de *ArgGis*, basándose en datos reales de velocidades y congestión. Después, planteando alternativas de carriles en estos puntos estratégicos, se ha comparado en qué medida reducirían las distintas alternativas los tiempos de viaje en autobús y en vehículos de alta ocupación, observando los cambios de



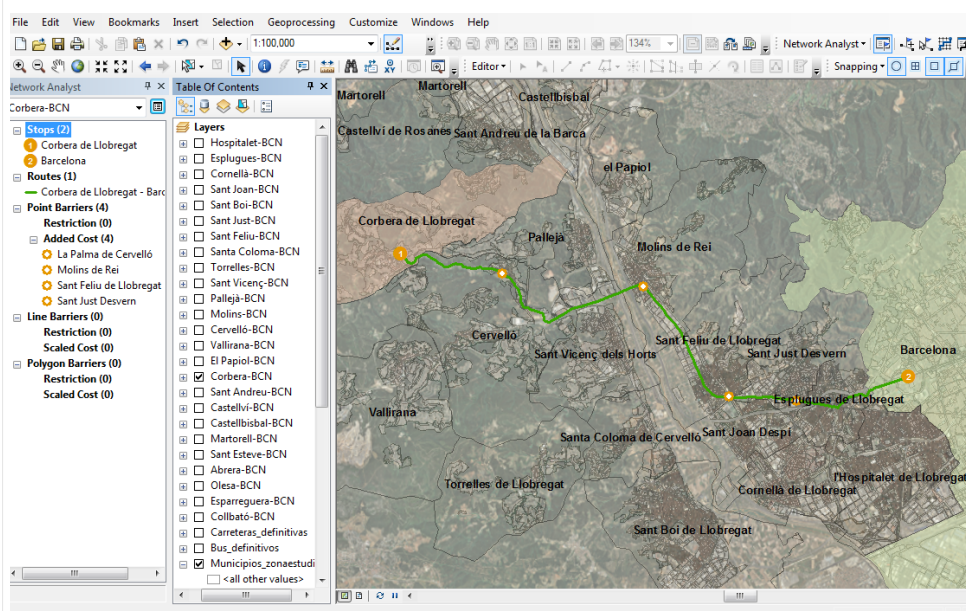
ruta y sus tiempos de viaje gracias a la misma herramienta.

Para ello, con la extensión *Network Analyst*, se han dibujado las redes de carreteras principales de la zona y se han ido diseñando las líneas de autobús y sus respectivas paradas. Una vez dibujadas las redes, se han analizado y se han introducido características de las vías como la clasificación funcional, la clasificación técnica, el nivel de servicio, o los sentidos de circulación de las vías, para con los planes de la *Generalitat* y ATM concretar velocidades de flujo libre. Al centrarse el estudio en tiempos de recorrido, lo más delicado de caracterizar son las velocidades, ya que cuanto más empíricos y reales sean los datos, mejor se concretan las rutas óptimas.

En otro escenario, ya más real, considerando la congestión, los datos de velocidades se han obtenido del estudio Fundación RACC (2007) y de planos de tráfico del Ministerio de Fomento (2011). Después se ha caracterizado con similitud la red de autobuses diseñada, con velocidades proporcionales adaptadas al autobús.

Una vez modelizadas todas las redes, se han podido calcular rutas de cada municipio a Barcelona para seguir unos pasos metodológicos con los que hacer el estudio de la influencia en tiempos de viaje del carril, gracias a las herramientas de generación de rutas del *Network Analyst*.

Esta extensión del *ArcGis* permite encontrar la ruta óptima en cada caso y alternativa (*figura 2*), basada en el algoritmo de *Dijkstra*, con la base geométrica proporcionada y la base de datos de velocidades, tipos de vías etc. Proporciona así la opción de ensayar distintas barreras, pudiendo añadir tiempos de espera en paradas o imponiendo restricciones de circulación. Para más información consultar *Esri (2012)*.



**Fig. 2 – Ruta creada con *Network Analyst* (Puignau, 2013)**

Como resultado del proceso se han obtenido todas las rutas óptimas de los 25 municipios en 4 escenarios de flujo libre y congestión en la situación actual y cada una de las alternativas planteadas como la de la *figura 2*, para coche y VAO. Es decir, se han creado 250 rutas, añadiendo algunas para simulación y mejoras del diseño.

## **2.2 Pasos metodológicos**

Los pasos realizados una vez se disponía de todas las combinaciones de rutas óptimas se describen a continuación.

Con las rutas en la situación actual con flujo libre y con congestión, se han comparado tiempos de recorrido en coche para identificar primero la zona afectada. Después, gracias a los cambios de ruta óptima realizados por el programa entre los distintos escenarios en coche, se han detectado las carreteras más afectadas por la congestión. Posteriormente, con los tiempos de recorrido en autobús, al ser estas rutas fijadas de antemano, se han identificado los municipios que más se verían afectados.

Por último, observando las diferencias de tiempos entre coche y autobús se pueden extraer los municipios que no concuerdan por su emplazamiento respecto a Barcelona. Junto a características de estos municipios y las líneas que pasan por ellas, se han definido así los municipios de interés para esta mejora y las consecuentes alternativas de carril.

Con el mismo proceso en cada alternativa, se ha visto qué municipios salen beneficiados en tiempos de viaje en autobús y VAO y cuáles perjudicados en coche, para compararlos y seleccionar la propuesta.

En este estudio, por lo tanto, se infiere una metodología para un caso de estudio en concreto, basada en la priorización de la variable tiempo. Se han comparado distintos escenarios para una actualización temporal de los parámetros que determinen la cuantificación de los impactos de las distintas opciones planteadas en la actuación, es decir, para la comparación de posibles escenarios futuros de una forma muy sencilla.

Así, este trabajo define unos pasos previos para la toma de decisiones sobre carriles segregados y sus redes, aplicables a otros casos de estudio, para un análisis que ahonda en el efecto más visible para el usuario individual, el tiempo que le llevará seleccionar un transporte u otro.

## **3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En cuanto al análisis de las rutas, se ha concretado que la zona central era la más penalizada, siendo las vías B-23 y C-245 las más afectadas.

Para una selección más adecuada de municipios que se querían favorecer con la propuesta, se han reunido todos los resultados obtenidos del análisis de la situación actual con congestión junto a otras características como cantidad de expediciones de cada municipio a Barcelona, para medir la demanda y la disponibilidad de otro transporte público colectivo para este viaje, como se puede observar en la *tabla 1*.

En la diferencia de recorrido entre coche y autobús, se han seleccionado los que superaban los 20 minutos, considerándose ésta una diferencia excesiva para el cambio de modo de transporte, y en tiempos de autobús se han marcado los que superaban los 20 minutos de recorrido, tiempos elevados ya para la cercanía a Barcelona.

Por último, se han resaltado los municipios con más de 20 expediciones diarias y/o 6 en hora punta de la mañana, suponiendo que se quiera llegar entre las 7:30 y las 9:30 de la mañana, en horario de entrada laboral, lo que equivale a más de un autobús cada 20 minutos, una demanda considerada ya importante para favorecer a dichos municipios. Se ha intentado también favorecer a los municipios sin modo ferroviario.

Línea	MUNICIPIOS ORIGEN	$\Delta t$ coche-bus (min)	t en bus a BCN (min)	Ferrocarril	Num. Exp. Día a BCN	Num. Exp. Hora punta (llegada de 7:30 a 9:30)
E11	Collbató	30	57	NO	32	5
	Esparreguera	24	47	NO	37	7
	Olesa de Montserrat	24	49	SI	27	5
	Abrera	20	41	SI	38	8
	Sant Esteve Sesrovires	20	46	SI	9	1
	Martorell	10	33	SI	25	4
	Castellbisbal	15	34	SI	24	4
	Castellví de Rosanes	16	41	NO	6	1
E12	Sant Andreu de la Barca	5	20	SI	32	7
	Pallejà	28	40	SI	31	7
	Santa Coloma de Cervelló	43	57	SI	36	7
	Sant Boi de Llobregat	37	48	SI	160	20
	Cornella de Llobregat	12	19	SI	109	13
	Esplugues de Llobregat	2	10	SI	96	11
	l'Hospitalet de Llobregat	11	17	SI	370	55
	Corbera de Llobregat	18	38	NO	32	7
E13	El Papiol	17	32	SI	8	1
	Molins de Rei	10	22	SI	77	9
	Sant Feliu de Llobregat	4	14	SI	78	14
	Sant Just Desvern	2	9	SI	85	11
	Vallirana	10	26	NO	48	6
E14	Cervelló	5	20	NO	62	8
	Sant Vicenç dels Horts	15	26	SI	64	0
	Torrelles de Llobregat	17	35	NO	14	2
	Sant Joan Despí	4	13	SI	111	18

**Tabla 1 – Resumen del diagnosis de la zona de estudio (Puignau, 2013)**

Por lo tanto, extrayendo los municipios que más características de las anteriormente mencionadas presentaban, ha resultado que Esparreguera, Abrera, Santa Coloma de Cervelló, Sant Boi de Llobregat, Corbera de Llobregat y Vallirana han sido los municipios prioritarios a favorecer para cubrir este tipo de movilidad ocupacional con la propuesta del estudio.

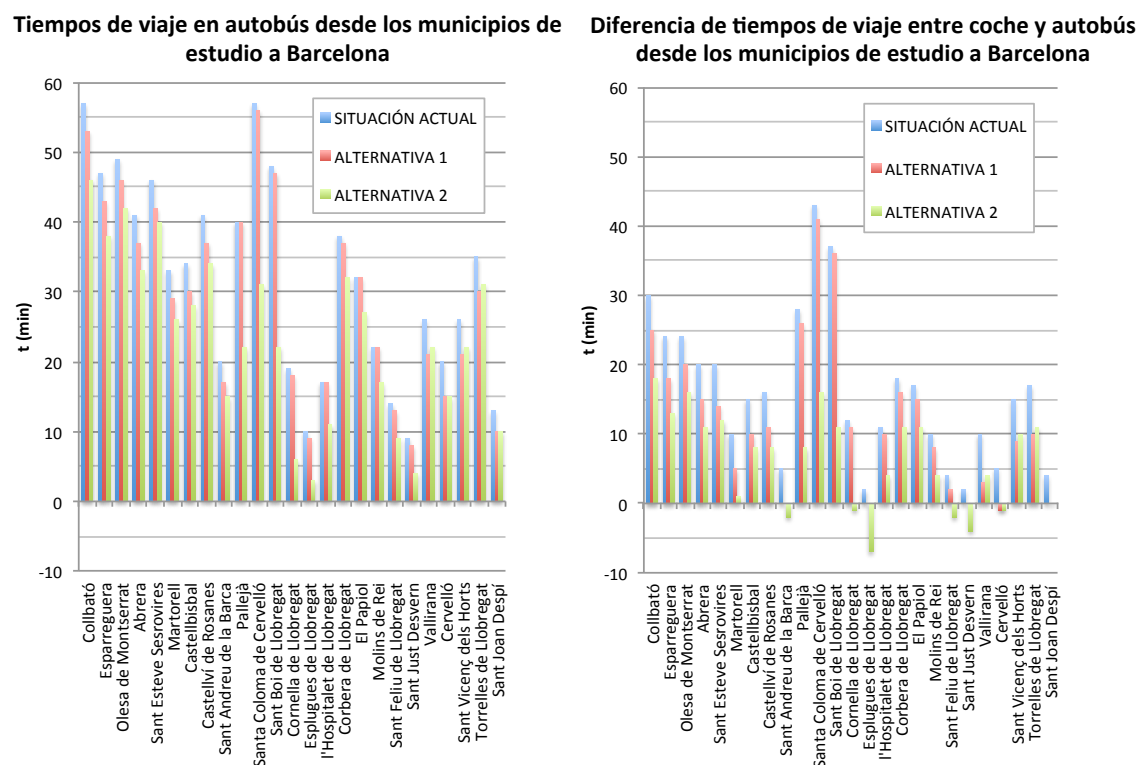
Con estos resultados, a pesar de sopesar el carril Bus-VAO proyectado para esta zona en la



actualidad en la B-23, se ha considerado más adecuada una actuación con cuatro carriles segregados más cortos, uno en la B-23 sólo en la entrada a Barcelona donde convergen las líneas, y otros tres carriles cortos en los demás puntos críticos definidos, la C-245 con un tramo urbano que atraviesa *Cornellà de Llobregat* y *Esplugues de Llobregat*, en la N-340 a la altura de *Cervelló* y en la N-II en *Pallejà*.

De esta forma, los tiempos de viaje en autobús quedan reducidos en más de 5 minutos para todos los municipios de estudio, con incluso disminuciones de media hora para algunos de ellos, como se aprecia en la gráfica de la izquierda de la *figura 3*.

Las diferencias de tiempo de recorrido entre coche y autobús se atenúan, siendo de entre 4 y 18 minutos para los municipios más alejados. Esta mejora se puede apreciar en la gráfica de la derecha de la *figura 3*. Los municipios destacados durante el proceso por su necesidad de mejora del transporte público colectivo o urgencia en demanda se han visto muy favorecidos, con porcentajes significativos de atracción de viajeros.



**Fig. 3 – Resultados de tiempos de viaje desde los municipios de estudio a Barcelona**

Se ha podido extraer que el coche percibe cambios muy leves de tiempos de recorrido, de 2 minutos aproximadamente para todos los municipios. Es decir, que los vehículos privados no se ven perjudicados por la actuación. Ha sido curioso constatar que los vehículos de alta ocupación tampoco verían grandes cambios de tiempos de recorrido beneficiándose del carril, mejoras despreciables de 5 minutos en tiempos de viaje en los mejores casos, por lo que atraería a un bajo porcentaje de usuarios.

Se puede encontrar más información sobre la comparación de zonas sin y con la implantación del carril y sobre datos de rutas o incluso características del diseño adoptado en *Puignau (2013)*.

#### **4. CONCLUSIONES**

En el estudio, por lo tanto, después de un diseño adecuado de la red exprés y sus alimentadoras, los seis municipios destacados se ven muy favorecidos en tiempos de recorrido en autobús. Gracias a este trabajo se ha podido concluir que con una adecuada identificación de puntos críticos donde el carril segregado tenga sentido y con cambios eficientes en las redes de autobuses de la zona con líneas principales exprés por autopista y sus correspondientes líneas alimentadoras, todos los municipios ven reducido su tiempo de viaje en autobús a Barcelona.

Se ha demostrado que la identificación de puntos oportunos de segregación del carril es imprescindible en este tipo de actuaciones y que por sí sola aporta mejoras significativas en tiempos de recorrido. Aun así, para que la propuesta realmente sea atractiva para los usuarios, harían falta otro tipo de actuaciones operacionales complementarias y cambios en sus componentes y en la tecnología, además del carril, que resulta imprescindible pero no suficiente.

Durante el proceso del estudio se ha reparado en la necesidad de que el carril sea sólo para bus y no para vehículos de alta ocupación. El fenómeno Bus-VAO tiene su función en contextos de transporte público débil, y en el caso contrario, con reducciones de tiempos de viaje para el usuario muy significativos que conlleven captación de viajeros. Se ha podido observar que estos cambios significativos no son frutos de esta actuación en concreto, ni en general, en similares realizadas entorno a Barcelona.

El carril segregado con pivotes propuesto (*Puignau, 2013*), redistribuyendo el espacio disponible sin nuevas construcciones, ha resultado una propuesta económicamente muy ventajosa y ambientalmente adecuada, adaptada por lo tanto al contexto social de hoy en día.

Gracias a esta sencilla metodología, por lo tanto, se pueden extraer primeras conclusiones del lugar óptimo para este tipo de actuaciones y su sentido en cada contexto, basándose en el aspecto más importante para el usuario y en definitiva lo que hará que la implantación dé buenos resultados, el tiempo de viaje. Permite, mediante un método sencillo fácilmente aplicable, una mayor eficiencia en la gestión previa al proyecto. Se apoya así la sostenibilidad y se ofrece un transporte público colectivo interurbano adecuado, poniendo el acento en los pasajeros.

Porque si algo está claro es que, en general, un sistema que realmente quiera atraer a viajeros de vehículos privados debe ser capaz de mantener un servicio frecuente, fiable, y que sea en su mayoría más rápido que el coche privado en la misma ruta. Ofreciendo que el viajero obtenga su ganancia en tiempo. No buscando en los usuarios cambios ideológicos, sino pragmatismo.

## REFERENCIAS

ATM (2001). *Pla director d'Infraestructures del transport públic col·lectiu de la regió metropolitana de Barcelona 2001-2010*. Autoritat del Transport Metropolità. Barcelona, 2001

ATM (2009). *Pla director de mobilitat de la Regió Metropolitana de Barcelona*. Autoritat del Transport Metropolità. Barcelona, 2009.

ATM (2011). *Pla director d'Infraestructures del transport públic col·lectiu de la regió metropolitana de Barcelona 2011-2020*. Autoritat del Transport Metropolità. Barcelona, 2012.

CENIT (2012). Curso “Innovaciones en el diseño y operación de sistemas de transporte público urbano”. Centre d'Innovació del Transport. Barcelona, septiembre de 2012.

CRTM (2011). *Jornada “Sistema de autobuses en plataforma reservada en Europa”*. Consorcio Regional de Transportes de Madrid. Madrid, junio de 2011.

Esri (2012) *Desktop Help version 10.0*, [en línea]. Disponible en: [http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/What\\_is\\_Network\\_Analyst/004700000001000000/](http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/What_is_Network_Analyst/004700000001000000/) [Última Consulta: 17/05/13].

Fundación RACC (2007). *La congestión en los corredores de acceso a Barcelona*. Fundación Reial Automobil Club de Catalunya. Barcelona, 2007.

GENERALITAT DE CATALUNYA (2010a). *Pla general d'infraestructures i serveis de la mobilitat de Catalunya*. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Barcelona 2010. ISBN: 9788439383529

GENERALITAT DE CATALUNYA (2010b). *Pla territorial metropolità de Barcelona. Volum I*. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Barcelona 2010. ISBN: 9788439385486

*Global BRT Data (2013)*. Repository of data from a variety of sources including researchers, transit agencies, municipalities and NGOs [en línea]. Disponible en:

<http://brtdata.org> [Última consulta: 15/04/13].

ITDP (2010): *Bus Rapid Transit Planning Guide* [en línea]. Institute for Transportation & Development Policy. **Disponible en:** <http://www.itdp.org/> [Última consulta: 07/05/13].

Ministerio de Fomento (2011). Mapas de tráfico, edición en CD. Madrid, 2011.

MURRAY, D. (2012). *Bus Rapid Transit for the 21st Century*. Great Britain, 2012. ISBN: 1481233989

PUIGNAU, S.A. (2013). Análisis de la implantación de una red exprés de autobuses con carril Bus-VAO desde el Baix Llobregat hacia la entrada a Barcelona, y de la utilidad del empleo de herramientas SIG. Trabajo final de grado de Ingeniería de la Construcción. E.T.S. Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona. Universidad Politècnica de Catalunya.

Tom Tom (2013). *Tom Tom European Congestion Index*. **Disponible en:** [www.tomtom.com/congestionindex](http://www.tomtom.com/congestionindex)